



PUBLISHED UNEXAMINED PATENT APPLICATION

RECEIVED

JUN 27 2002

TECHNOLOGY CENTER 2800

(11) Publication number: 11-108760
(43) Date of publication of application: April 23, 1999
(51) Int. Cl. G01J 5/02
G01J 1/02
G01J 5/12
(21) Application number: 09-274201
(22) Date of filing: October 7, 1997
(71) Applicant: NEC CORP
(72) Inventor: Akira AJISAWA

(54) Title:
THERMAL TYPE INFRARED DETECTING ELEMENT AND
METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57) Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thermal type infrared detecting element having a diaphragm which has a large thermoelectric converting part of 300 μ m square or more.
SOLUTION: This element has a diaphragm structure (thermoelectric converting part 1) consisting of a thermoelectric material, support films holding the thermoelectric material therebetween and a protecting film, in which a plurality of through holes 2 are formed. When a sacrifice layer situated in the lower part is etched, the etchant can be penetrated not only from the clearance in the sides of the thermoelectric converting part but also from upper side through the through-holes 2. Thus, even in the relatively large thermoelectric converting part, the sacrifice layer of its lower part can be etched, and a large diaphragm structure can be formed.

[Claim]

[Claim 1] A thermal type infrared detecting element provided with a diaphragm structure comprising:

a supporting film;

a thermoelectric material formed on said supporting film;

and

a protecting film formed on said thermoelectric material;

wherein said diaphragm structure is formed with a plurality of through holes.

[Claim 2] A thermal type infrared detecting element as set forth in claim 1, wherein said thermoelectric material is a bolometer thin film.

[Claim 3] A thermal type infrared detecting element in claim 2, wherein said through holes are formed in slit-like shapes.

[Claim 4] A thermal type infrared detecting element in claim 3, wherein a longitudinal direction of said slit-like shaped through holes coincide with a current direction flowing in said bolometer thin film.

[Claim 5] A thermal type infrared detecting element in claim 1 or 2, wherein said through holes are formed in square or round shapes.

[Claim 6] A thermal type infrared detecting element in any one of claims 1 to 5, wherein said through holes are formed in a pitch of 50 to 100 μm .

[Claim 7] A thermal type infrared detecting element in any one of claims 1 to 6, wherein said protecting film is provided with an infrared absorption film thereon.

[Claim 8] A method for producing a thermal type infrared detecting element comprising the steps of:

a first step for forming a pattern to form through holes in a diaphragm at the same time of forming a slit pattern around the diaphragm in order to form a beam after forming at least a supporting film, a thermoelectric material and a protecting film on a sacrifice layer successively, and

a second step for removing said sacrifice layer by etching through the slit pattern around said diaphragm and the pattern in said diaphragm for forming the through holes.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-108760

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	F I		
G 0 1 J	5/02	G 0 1 J	5/02	B
	1/02		1/02	R
	5/12		5/12	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-274201

(22) 出願日 平成 9 年(1997) 10 月 7 日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 味澤 昭

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

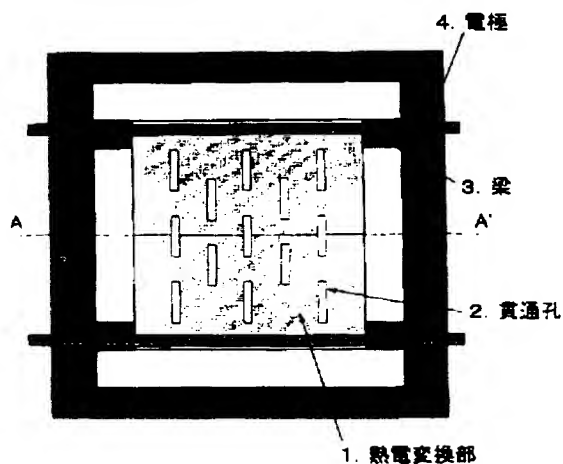
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 熱型赤外線検出素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ダイアフラム構造を有する熱型赤外線素子において、 $300\mu\text{m}$ 以上の大きな熱電変換部をもつ素子を提供する。

【解決手段】 熱電材料と前記熱電材料を挟んだ支持膜及び保護膜よりなるダイアフラム構造（熱電変換部 1）に、複数の貫通孔 2 が形成されている構造である。この貫通孔 2 によってその下部にある犠牲層をエッチングする際に、熱電変換部の脇の隙間のみならず、その上部からもエッチャントを浸み込ませることができる。従って比較的大きな熱電変換部でもその下層の犠牲層をエッチングすることが可能となり、大きなダイアフラム構造を形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも支持膜と、前記支持膜上に設けられた熱電材料と、前記熱電材料上に設けられた保護膜とからなるダイアフラム構造を有する熱型赤外線検出素子において、前記ダイアフラム構造に複数の貫通孔が形成されていることを特徴とする熱型赤外線検出素子。

【請求項2】前記熱電材料がボロメータ薄膜であることを特徴とする請求項1記載の熱型赤外線検出素子。

【請求項3】前記貫通孔がスリット状であることを特徴とする請求項2記載の熱型赤外線検出素子。

【請求項4】前記スリット状の貫通孔の長さ方向が前記ボロメータ薄膜中を流れる電流と同じ方向であることを特徴とする請求項3記載の熱型赤外線検出素子。

【請求項5】前記貫通孔が正方形、もしくは円形であることを特徴とする請求項1または2記載の熱型赤外線検出素子。

【請求項6】前記貫通孔のピッチが50～100 μ mであることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の熱型赤外線検出素子。

【請求項7】前記保護膜上に赤外吸収膜を有することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の熱型赤外線検出素子。

【請求項8】犠牲層の上に少なくとも支持膜、熱電材料、保護膜を順次成膜した後に、梁を形成するためのダイアフラム周囲のスリットパターンを形成し、これと同時にダイアフラム中の貫通孔形成のパターンを形成する第1の工程と、前記ダイアフラム周囲のスリットパターン、及び前記ダイアフラム中の貫通孔形成のパターンを通して前記犠牲層をエッチングにより除去する第2の工程を含むことを特徴とする熱型赤外線検出素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は冷却を必要としない熱型赤外線検出素子およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】赤外線検出器は半導体等のバンド構造を利用した量子型と、熱による材料物性値（抵抗、誘電率等）の変化を利用した熱型と大きく分けられる。前者は高感度ではあるが動作原理上冷却を必要としている。それに対し後者は、特に冷却を必要としないため非冷却型とも呼ばれ、製作コストや維持コストの面で量子型に比べ有利な点が多く、近年注目されている。

【0003】熱型赤外線検出素子には、ボロメータ型、焦電型及び熱電対型があり、いずれも検出素子の感度を高くするため一般には熱分離構造、いわゆるダイアフラム構造を有している。このなかでも比較的特性に優れているボロメータ型の赤外線検出素子を例にとって説明する。

【0004】この素子のダイアフラム構造は図6に示すように、キャビティ10、熱電材料としてのボロメータ薄膜7、支持膜6、保護膜8及び赤外吸収膜9よりなる熱電交換部分1とそれらを支える梁3とからなっている。ダイアフラム構造は、基板上に犠牲層を堆積し、さらに支持膜6、ボロメータ薄膜7、保護膜8、赤外吸収膜9を堆積し、各層を所望の形状にドライエッチング等でパターンニングし熱電交換部1の周りに犠牲層を露出させ、最後に熱電交換部1の周りからエッチングにより犠牲層を除去することにより形成される。犠牲層が除去されたキャビティ10の部分は完全に空隙になっており、熱電交換部1を梁3で吊っている構造となっている。ボロメータ薄膜7の相対する2辺は電極4と接触しており、これらの電極は梁3を経由して信号処理回路に接続され、赤外線を吸収することで生じたボロメータの抵抗変化を電気信号として取り出している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】これまでの熱型赤外線検出器は、10 μ m帯近傍の赤外画像化を目的として主に開発されてきた経緯より、各素子を2次元に配列した構造が主であった。従ってダイアフラム構造はキャビティ10の幅が1～1.5 μ m、熱電交換部が30～50 μ m \square 程度であるのが適当であった。これらの赤外線検出素子の特性は、各層の材料や厚さ、熱電交換部の大きさ、梁の長さや太さ等による熱容量、熱コンダクタンスと熱電材料の特性（ボロメータの場合は抵抗温度係数）で決まり、広範な用途を考えると熱電交換部の大きさはこれまでの30～50 μ m \square 程度のみならず300 μ m \square 以上の大きさの素子も将来的には十分必要とされる。しかしながら、現状の構造では熱電交換部1の周りから犠牲層がエッチングできる領域すなわち熱電交換部の大きさは、エッチャントが十分浸みわたる領域を考えると50 μ m \square 程度が限界であり、それ以上大きな熱電交換部をもつダイアフラム構造は構造的な問題より従来の方法で製作することは困難であった。従ってその応用範囲は極限られ、専ら熱電交換部の小さい用途にのみ適用されていた。

【0006】本発明の目的は、300 μ m \square 以上の大きな熱電交換部をも製作が可能な構造をもつ熱型赤外線検出素子と、その製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の熱型赤外線検出素子は、熱電材料と前記熱電材料を挟んだ支持膜及び保護膜よりなるダイアフラム構造に、複数の貫通孔が形成されていることを特徴とするものである。熱電材料としてはボロメータ薄膜が最も好適に用いられる。

【0008】この貫通孔の形状はスリット状、正方形状、円形等があるが、スリット状貫通孔2の長さ方向がボロメータ薄膜中を流れる電流と同じ方向であるようにすることで、スリット形成による抵抗値の変化を抑える

3

ことができ、また正方形や円形状にすることによってダイアフラム中に入る歪を均等に分散することができる。

【0009】このような熱型赤外線検出素子は、犠牲層の上に支持膜、熱電材料、保護膜を成膜した後に、梁を形成するためのダイアフラム周囲のスリットパターンを形成すると同時にダイアフラム中の貫通孔形成のパターンを形成し、前記ダイアフラム周囲のスリットパターン、及びダイアフラム中の貫通孔形成のパターンを通し前記犠牲層をエッチングにより除去することにより容易に製造することが可能である。

【0010】つまり、本発明では、ダイアフラム構造となる部分に貫通孔を設けることにより、犠牲層をエッチングする際に、熱電交換部の周囲のスリットのみならず、その上部からもエッチャントを浸み込ませることができる。従って比較的大きな熱電交換部でもその下層の犠牲層をエッチングすることが可能となり、大きなダイアフラム構造を形成することができる。その結果、熱容量等を含むデバイス設計の自由度が増し特性の向上やデバイス適用範囲の拡大を図ることも可能となる。さらに、本発明の熱型赤外線検出素子の製造方法を用いれば、梁を形成するためのダイアフラム周囲のスリットパターンを形成すると同時にダイアフラム中の貫通孔形成のパターンを形成し、前記ダイアフラム周囲のスリットパターン、及びダイアフラム中の貫通孔形成のパターンを通し前記犠牲層をエッチングにより除去するために、従来とはほぼ同様なプロセスで素子を製作することができる。この際、貫通孔のピッチを50～100 μm とすることによって熱電交換部の下層の犠牲層を比較的短時間で均一に除去することができるという効果が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の熱型赤外線検出素子の構造、製造方法、動作について図1、図2、図3を用い具体的に説明する。ここでの実施例は、熱電材料としてボロメータ薄膜を用いた場合について示す。図1は本発明の熱型赤外線検出素子を上から見た図である。熱電交換部1を4本の梁3で吊っている形状である。図3はA-A'の断面図で、熱電交換部が空中に浮き、熱的に分離されている様子を示している。また本実施例では、熱電交換部1の大きさを300 μm □とし、貫通孔2の大きさを幅4 μm 、長さ50 μm とした。スリットの横方向のピッチは50 μm で図1に示すように配置した。梁3は幅30 μm で長さ50 μm である。電極4は熱電交換部を構成しているボロメータ材料の上辺と下辺で接し電気的なコンタクトがとられ、熱による抵抗変化を外側に取り出すことができる。電流は上下方向に流れ、スリット状の貫通孔2はそれと同じ方向を向いている。

【0012】次に図2、図3を用いて本実施例の製造方法について述べる。図2は犠牲層5をエッチングする前

4

の素子断面図、図3は犠牲層5をエッチングした後の素子断面図である。シリコン基板等の上に犠牲層5を1.3 μm 形成する。次に支持膜6を3000 \AA 、ボロメータ薄膜7を1000 \AA 堆積し、ボロメータ薄膜7のみ300 μm □にパターン加工する。更に電極4をボロメータ薄膜7と接するようにリフトオフ等でパターン形成し、全面に保護膜8を堆積する。次に300 μm □のボロメータ薄膜7に目合わせして赤外吸収膜9を形成する。ここでは犠牲層5としてポリシリコン、支持膜6、保護膜8としてシリコン窒化膜、ボロメータ薄膜7として酸化バナジウム、赤外吸収膜9として窒化チタンを用いた。次に熱電交換部1の外側を梁3の部分を残して犠牲層5の上までドライエッチング(イオンミリング)により除去する。またそれと同時に貫通孔2も形成する

(図2)。最後に犠牲層エッチング用のエッチャントに浸す。ここではエッチャントとしてヒドラジンを用いた。エッチング液は熱電交換部1の脇のみならず上部からも貫通孔2を通して浸み込み、犠牲層5をエッチングにより完全に除去することができる。これにより素子は完成する。ここではスリット状の貫通孔2の大きさを幅4 μm 、長さ50 μm としたが、これは一例であり、特性に大きな影響を与えずプロセスが比較的行ない易い大きさであればよく、幅4～15 μm 、長さ10～50 μm の範囲が適当である。

【0013】次に動作について簡単に説明する。赤外線がダイアフラム構造の上面より入射すると、赤外吸収膜9、キャビティ10の効果により熱電交換部1の温度が上昇する。この温度上昇は熱電交換部1を構成している各層の材料や厚さ、熱電交換部1の大きさ等で決まる熱容量で貯えられ、梁の長さや太さ等の形状やそれらを構成している材料によって決まる熱コンダクタンスにより放出される。これらのバランスにより得られた温度変化を熱電交換部1で電気信号に変え、電極4より取り出すことができる。ボロメータの場合は上述した電気信号は抵抗の変化として得られるが、本実施例のようにスリット状の貫通孔2の方向を電流の流れる方向と同じにしているためスリット形成による抵抗の著しい減少といった影響もほとんどない。このように赤外線検出素子の応答速度や感度等の主な特性はこれらの熱容量と熱コンダクタンスでほぼ決まり、本発明を用いればこれらの自由度は拡大し、本実施例のように従来に比べ熱容量の非常に大きな300 μm □の熱電交換部をもつ素子でも十分製作可能で設計どおりの特性が得られる。またノイズ特性、特に非冷却型赤外線素子の場合に問題となる1/fノイズに関しては、素子の大きさが大きい程ノイズは小さい傾向にあるため、本発明のように大きな熱電交換部をもつ赤外線検出素子では十分な低ノイズ化が図れる。

【0014】図4、図5はそれぞれ貫通孔2の形状が正方形の場合と円形の場合を示したものである。ダイアフラムの大きさは前述のものと同様300 μm □で、正方

形の一边は $10\mu\text{m}$ 、また円の直径は $10\mu\text{m}$ とした。また図4、図5とも貫通孔2のピッチは $100\mu\text{m}$ である。これらは前述したスリット状の貫通孔に比べエッチャントがしみ込む領域は小さいが、貫通孔形成によるダイアフラム中の歪の影響は小さく強度的に優れている特徴がある。

【0015】本発明の実施例では、支持膜6や保護膜8はシリコン窒化膜、ボロメータ薄膜7は酸化バナジウム、また犠牲層5はポリシリコンを用いそのエッチャントとしてはヒドラジンを用いているが、特にこれに限定

【0016】また本実施例では、ボロメータ型の赤外線検出素子について述べたが、大きなダイアフラム構造を形成するという観点に立てば、焦電型や熱電対型にも適用可能なことは言うまでもない。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように、本発明を用いれば熱型赤外線検出素子の設計の自由度は拡大し、従来と同様な方法で $300\mu\text{m}$ 以上の大きなダイアフラム構造の熱電変換部をもつ熱型赤外線検出素子の製作が十分可

* ダイアフラムを用いたことによって十分な低ノイズ化も期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の熱型赤外線検出素子を上から見た図で貫通孔の形状がスリット状の実施例である。

【図2】犠牲層をエッチングする前の素子断面図である。

【図3】犠牲層をエッチングした後の素子断面図である。

【図4】貫通孔の形状が正方形の場合の実施例である。

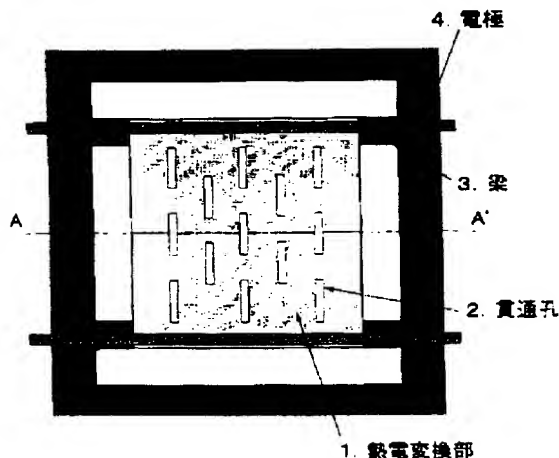
【図5】貫通孔の形状が円形の場合の実施例である。

【図6】従来例を示す図である。

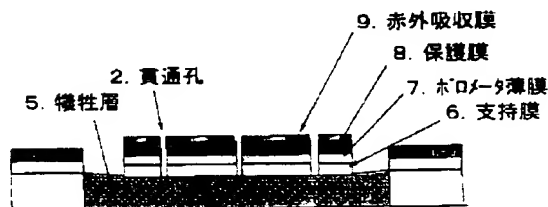
【符号の説明】

- 1 熱電変換部
- 2 貫通孔
- 3 梁
- 4 電極
- 5 犠牲層
- 6 支持膜
- 7 ボロメータ薄膜
- 8 保護膜
- 9 赤外吸収膜
- 10 キャビティ

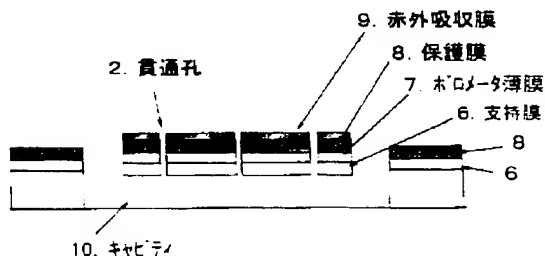
【図1】



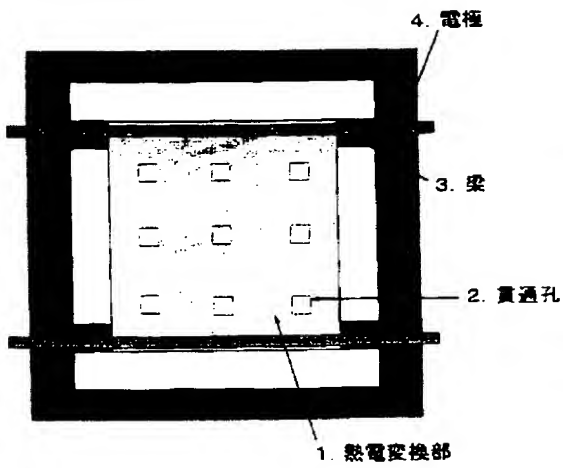
【図2】



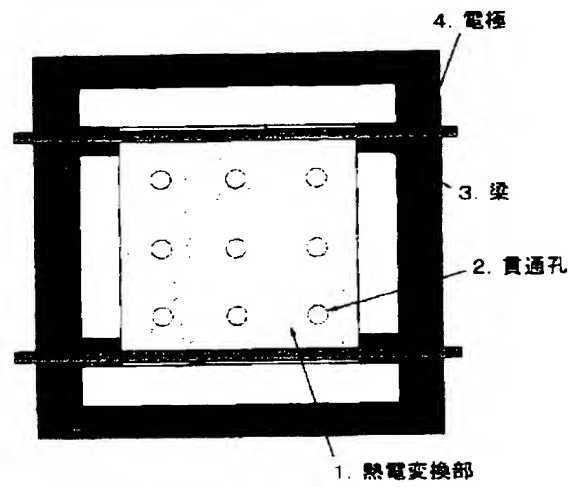
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

